

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-146607

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月18日

H 03 G 3/02

Z-7827-5J

H 03 F 1/30

A-7827-5J

H 03 G 1/02

7827-5J

3/10

B-7827-5J

D-7827-5J

3/12

A-7827-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 アナログ信号制御回路

⑯ 特 願 昭61-294448

⑰ 出 願 昭61(1986)12月10日

⑱ 発 明 者 伊 藤 康 博 東京都杉並区久我山1丁目7番41号 岩崎通信機株式会社内

⑲ 出 願 人 岩崎通信機株式会社 東京都杉並区久我山1丁目7番41号

⑳ 代 理 人 弁理士 内田 公三

## 明 細 書

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は増幅器や減衰器などの増幅度や減衰量を変えてアナログ信号の振幅を制御するアナログ信号制御回路に関する。具体的には、可変抵抗素子を用いて回路の伝達関数を制御するための改良された回路を提供せんとするものである。

## 〔従来の技術〕

従来の増幅器や減衰器の回路を第6A図、第6B図、第6C図に示し説明する。

第6A図は差動増幅器を示している。(a)において、9aおよび9bはそれぞれEsおよび-Esの信号を印加するためのアナログ信号入力である。51、52は差動増幅器を構成するトランジスタであり、そのコレクタには抵抗70、71が接続されて、増幅されたアナログ信号がアナログ信号出力11a、11bに得られる。21、22はトランジスタ51、52のエミッタに接続された定電流源であり、両エミッタ間に抵抗69と可変抵抗55が接続されており、可変抵抗55の値を可変することにより増幅度を可変している。

## 1. 発明の名称

アナログ信号制御回路

## 2. 特許請求の範囲

同一の制御信号を印加されることによって抵抗値を変化する特性が実質的に同一である2つの素子である第1可変抵抗素子および第2可変抵抗素子と、

前記第1可変抵抗素子に電流を流すための制御可能な定電流手段と、

前記第1可変抵抗素子の端子電圧を検出し、基準電圧と比較して、その誤差に対応した前記制御信号を発生するための制御信号発生手段と、

前記第2可変抵抗素子の抵抗値の変化によって伝達関数を変化するアナログ信号手段とを具備することを特徴とするアナログ信号制御回路。

## 3. 発明の詳細な説明

+Vおよび-Vは電源である。

この差動増幅器の増幅度Gは、抵抗69および可変抵抗55の抵抗値をそれぞれ $R_1$  および $R_2$ 、抵抗70および71の抵抗値をそれぞれ $R_3$  および $R_4$  とすると、近似的に

$$G = (R_3 + R_4) (R_1 + R_2) / (R_1 \cdot R_2) \quad (1)$$

となり、 $R_2$  を可変することにより増幅度Gを可変することができる。

第6A図(b)において、83はサーミスタであり、97はコンデンサである。周囲温度の変化により、トランジスタ51および52の高周波における増幅率の変化を温度とともにその抵抗値が変化するサーミスタ83とコンデンサ97とによって補償して、一定の高周波特性を維持しようとするものである。

第6A図(c)において、19は電界効果トランジスタであり、そのゲート電圧を抵抗72と可変抵抗56とによって可変してソースとドレイン間の抵抗値を可変して増幅度を可変するものである。

第6B図(c)においては、第6A図(c)におけると同様に、電界効果トランジスタ19のゲート電圧を抵抗75および可変抵抗58によって得て、可変することにより増幅度を可変しようとするものであり、良好な高周波特性を得ること、および遠隔制御が可能であることに利点がある。

第6C図はアナログ信号入力9を可変する減衰器を示している。(a)においては、可変抵抗59を可変することにより、アナログ信号入力9の内部インピーダンスも含む抵抗74との分割比によって減衰した信号をアナログ信号出力11a、11bに得ている。(b)において、85はサーミスタ、99はコンデンサであり、周囲温度の変化に対して一定の高周波特性を維持せんとするものである。(c)においては、電界効果トランジスタ19のゲート電圧を可変することにより、減衰量を可変し、良好な高周波特性を得ること、および遠隔制御が可能であることに特徴がある。

第6A、B、C図において説明した可変抵抗器

る。(a)に示した可変抵抗55に代えて、(c)に示す電界効果トランジスタ19を可変抵抗素子として用いることは、その素子の形状が可変抵抗55に比較して著るしく小型であるために、高周波特性が良好であること、および、電圧制御であるために遠隔制御をすることが可能である点に大きな特徴がある。

第6B図はエミッタ接地増幅器を示している。

(a)において、抵抗値がそれぞれ $R_1$ 、および $R_2$ の抵抗73および可変抵抗57がトランジスタ51のエミッタを接地している。ここで、この増幅器の増幅度Gは近似的に、

$$G = R_3 (R_1 + R_2) / (R_1 \cdot R_2) \quad (2)$$

で表わされ、 $R_2$  を可変することにより増幅度Gを可変することができる。

第6B図(b)において、84はサーミスタであり、98はコンデンサである。これらは、第6A図(b)の場合と同様に周囲の温度変化に対して一定の高周波特性を維持せんとするものである。

55、57、59、サーミスタ83～85および電界効果トランジスタ19は適宜その目的に応じて、使い分けがなされている。

[発明が解決しようとする問題点]

すでに第6A、B、C図に示したように、増幅度や減衰量である伝達関数を可変するために可動部を有する可変抵抗を用いることは、形状が大きくなりそのために漂遊容量が増大して良好な高周波特性を得ることができず、遠隔制御が不可能であるところから取付または設置位置に著るしい制約があった。

サーミスタは温度によってその抵抗値が変化するという特徴はあるものの、抵抗値の可変範囲を大きくとることができないことおよび、各素子の特性が均一でないという問題点があった。

電界効果トランジスタ(またはバイポーラ・トランジスタ)は、極めて小型であり、良好な高周波特性を得ることができ、遠隔制御が可能であるという特徴を有するものの、周囲温度の変化によってその特性が変化し、さらに、均一な特性の素

子を得ることが困難であり、量産される製品にこれを用いるときには、この特性の不均一性や温度特性のために、選別や定数の選定や温度補償のために多くの時間と費用を要するという問題点があった。

〔問題点を解決するための手段〕

制御信号によって抵抗値を変化する特性が実質的に同一である2つの電界効果トランジスタなどである第1可変抵抗素子と第2可変抵抗素子と、第1可変抵抗素子に電流を供給するための制御可能な電流源と、第1可変抵抗素子の端子間電圧を印加されて所定の基準電圧と比較して誤差出力を出力する演算増幅器と、この誤差出力を制御信号として第1および第2可変抵抗素子に印加するようにした。

〔作用〕

第1可変抵抗素子に供給する電流を制御することによって第1可変抵抗素子の抵抗値を正確に変化せしめ、それと実質的に同じ値を示す第2可変抵抗素子を増幅器などに用いることにした。これ

電流 $I_c$ は、第1可変抵抗素子30に供給されている。

8は増幅器などのアナログ信号回路であり、アナログ信号入力9を印加されて、第2可変抵抗端子13および14に接続された第2可変抵抗素子40の抵抗値の変化により制御されたアナログ出力を、アナログ信号出力11に得ている。

制御信号 $Y$ は、誤差出力 $V$ の印加によって変換器6から出力されたものであるから、誤差出力 $V$ の関数 $Y(V)$ として表わすことができる。第1および第2可変抵抗素子の抵抗値も制御信号 $Y(V)$ の関数であるから $R(Y)$ として表わすことができる。第1可変抵抗素子30の端子電圧 $V_i$ は演算増幅器5の+端子に印加される。一方、演算増幅器5の-端子には零ボルトを含む一定の基準電圧 $V_r$ が印加されている。

演算増幅器5の増幅度は、事実上、無限大であるから、

$$V_i = V_r$$

が得られる。

によって、第2可変抵抗素子の抵抗の値は制御された電流の変化に追従することになり、第1および第2可変抵抗素子の間のペア特性が実質的に同一ならば、異なる素子の特性がどのように不均一なものであっても、またその温度特性がどのようなものであっても、制御電圧により定まる一定の抵抗値を示すものとなる。

〔実施例〕

本発明の一実施例を第1A図に示し説明する。第1A図において、5は演算増幅器であり、その2つの入力端子に印加された信号の差を増幅して誤差出力 $V$ を出力する。

6は変換器であり、誤差出力 $V$ を受けて、電圧、電流、光、または磁気である制御信号 $Y$ を出力する。

30および40はそれぞれ第1および第2可変抵抗素子であり、両者は同じ制御信号 $Y$ を受けて、それぞれの抵抗値を変化するが、その抵抗変化の特性が実質的に同一である。

27は制御可能な定電流手段であり、その出力

ここで、

$$R(Y) = V_i / I_c$$

となるから、第1および第2可変抵抗素子30および40の抵抗値 $R(Y)$ は、定電流手段27の出力電流 $I_c$ によって任意に制御できることを表わしている。ペアをなす第1、第2可変抵抗素子30、40の特性が、異なるペア間においてどのように不均一なものであっても、両素子のペアとしての特性が実質的に同一ならば、両素子は電流 $I_c$ に対応した抵抗値を示す。

第1および第2可変抵抗素子30および40が電界効果トランジスタである場合は誤差出力 $V$ をそのまま電界効果トランジスタのゲートに印加すればよい。この電界効果トランジスタはバイポーラ・トランジスタに代えることも可能である。

また第1可変抵抗素子30の一端を直接接地せずに適当な定電圧源を介して接地してもよいことは、以上の説明から明らかであろう。

誤差出力 $V$ が大きくなることによって第1可変



抵抗素子30の抵抗値 $R(y)$ が大となるような素子が第1、第2可変抵抗素子30、40として用いられる場合には、演算増幅器の入力端子の極性(+)、(-)は第1A図に示したものと逆にすればよい。

定電流手段27は、たとえば第1B図に示すようになっている。この場合演算増幅器5の非反転入力端子は、仮想接地点になっているので可変抵抗54または抵抗76が、第1可変抵抗素子30の抵抗に比較して十分大きな抵抗であれば、これらの抵抗54、76と電圧源 $E_2$ 、 $E_3$ にて構成されている部分は実質的に定電流源とみなせる。

第1B図(a)においては、定電圧源 $E_2$ が可変抵抗54を介して第1可変抵抗素子30に電流 $I_c$ を供給している。ここで可変抵抗54の抵抗値は、第1可変抵抗素子30抵抗値よりも、常に十分に大きな値をとるように設定されている。

(b)においては電圧可変の定電圧源 $E_3$ から、抵抗76を介して第1可変抵抗素子30に電流 $I_c$ を供給している。抵抗76の抵抗値は、第1可

づれにも置換可能である。

第2図(b)において、17は磁界を発生するためのコイルであり、変換器6を構成している。第1および第2可変抵抗素子33および43は、磁界によってその抵抗値を変化する磁気抵抗効果を示すもの(たとえば、InSbやInAsなど)である。

定電流手段27としてD/A変換器の出力を用いるならば、第1、第2可変抵抗素子30、40の抵抗値をデジタル的に制御することも可能である。

第3図にはこの電流の制御を温度の関数として得る場合を示している。この場合には、第2可変抵抗素子40をアナログ信号回路8(第1図参照)の温度補償に用いることができる。第3図(a)~(f)において、81、82はサーミスタであり、63~68は抵抗、49、50はトランジスタである。(a)~(f)の回路を用い、サーミスタの温度特性に応じた電流 $I_c$ を第1可変抵抗

変抵抗素子30の抵抗値よりも、常に十分に大きな値をとるように設定されている。この第1B図に示された定電流手段27は、トランジスタや演算増幅器を含む回路によって実現することができることは明白であろう。

第1および第2可変抵抗素子30および40が、光によりその抵抗値を変化するもの、あるいは磁気によりその抵抗値を変化するものである場合は、変換器6は、光や磁界を発生するものでなければならない。これについて、第2図(a)に光の場合を、(b)に磁気による場合を示し説明する。

第2図(a)において、16は発光ダイオードであり、変換器6を構成している。第1および第2可変抵抗素子32および42は、光量によってその抵抗値を変化する光導電性のものであり、たとえば、硫化カドミウムやセレン化カドミウム、ホト・トランジスタ、光で制御可能な電界効果トランジスタなどである。ここで、発光ダイオード16はレーザ・ダイオード、白熱灯、蛍光灯、エレクトロ・ルミネセンスなどの発光体であればい

素子30に流すことができる。

第4A、B、C図および第5A、B図は、第1、第2可変抵抗素子30、40として電界効果トランジスタを用いた場合の具体的増幅器および減衰器を例示している。これらの図において第6A、B、C図に示した各要素に対応するものには同じ番号および記号を用いた。

第4A図は差動増幅器を示しており、トランジスタ51、52の両エミッタ間に電界効果トランジスタによる第2可変抵抗素子41を接続している。電界効果トランジスタ31のソースを定電圧 $-E_1$ に接続しており、電界効果トランジスタ41のソース電圧と実質的に等しくしている。これによって高周波特性の良好な広帯域増幅器を実現することができ、その増幅度は第1可変抵抗素子31に流す電流 $I_c$ により遠隔制御することが可能である。

第4B図はエミッタ接地増幅器に本発明を適用した場合を示しており、トランジスタ53のエミッタと接地との間に接続された第2可変抵抗素子

41を、第1可変抵抗素子31に流す電流Icを可変することにより制御して、増幅度を可変している。

第4C図の場合は減衰器に適用した場合を示している。伝送線における信号のレベルを調整する場合にも用いられる。

第5A図は高周波領域における特性を制御する場合を示しており、第2可変抵抗素子41には、コンデンサ96が直列に接続されている。(a)および(b)はそれぞれ差動増幅器およびエミッタ接地増幅器の高周波領域における増幅度を大きくするために用いられ、(c)においては高周波領域における減衰量を大きくするために用いられている。

第5B図においては、第2可変抵抗素子41はインピーダンス91および92と組合せて用いられており、特定の周波数領域における(a)、(b)、(c)に示した差動増幅器、エミッタ接地増幅器、減衰器の伝達関数を可変するようにしている。

前記磁気信号を受けてその抵抗値を変化するものであるアナログ信号制御回路。

(5) 定電流手段が、

デジタル信号によって制御されるD/A変換器を含むものであるアナログ信号制御回路。

(6) 定電流手段が、

サーミスタによって制御される回路を含むものであるアナログ信号制御回路。

(7) アナログ信号手段が2つのトランジスタを含む差動増幅器であって、第2可変抵抗素子が前記2つのトランジスタのエミッタ間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(8) アナログ信号手段が2つの電界効果トランジスタを含む差動増幅器であって、第2可変抵抗素子が前記2つの電界効果トランジスタのソース間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(9) アナログ信号手段が1つのトランジスタを含むエミッタ接地増幅器であって、第2可変抵抗素子が前記1つのトランジスタのエミッタと接地間に接続されたものである

第4A図、第4B図、第5A図および第5B図におけるトランジスタ51~53は電界効果トランジスタに置き換えても同様の効果が得られることは以上の説明から明らかであろう。

ここで、本発明の実施態様には、以下のものが含まれている。

(1) 制御信号発生手段が、第1可変抵抗素子の端子電圧と基準電圧とを比較して、その誤差を出力するための演算増幅器を含むものであるアナログ信号制御回路。

(2) 制御信号発生手段が発生する制御信号が電気信号であり、前記第1および第2の可変抵抗素子が前記電気信号を受けてその抵抗値を変化するものであるアナログ信号制御回路。

(3) 制御信号発生手段が発生する制御信号が光信号であり、第1および第2の可変抵抗素子が前記光信号を受けてその抵抗値を変化するものであるアナログ信号制御回路。

(4) 制御信号発生手段が発生する制御信号が磁気信号であり、第1および第2の可変抵抗素子が

アナログ信号制御回路。

(10) 前記アナログ信号手段が1つの電界効果トランジスタを含むソース接地増幅器であって、前記第2可変抵抗素子が前記1つの電界効果トランジスタのソースと接地間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(11) アナログ信号手段が減衰器であって、第2可変抵抗素子が前記減衰器を構成する一辺の素子をなすものであるアナログ信号制御回路。

(12) アナログ信号手段が2つのトランジスタを含む差動増幅器であって、直列接続された2つのインピーダンスが前記2つのトランジスタのエミッタ間に接続され、第2可変抵抗素子が前記2つのインピーダンスのうちの一方のインピーダンスに並列接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(13) アナログ信号手段が2つの電界効果トランジスタを含む差動増幅器であって、直列接続された2つのインピーダンスが前記2つの電界効果トランジスタのソース間に接続され、第2可

変抵抗素子が前記2つのインピーダンスのうちの一方のインピーダンスに並列接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(14) アナログ信号手段が1つのトランジスタを含むエミッタ接地増幅器であって、直列接続された2つのインピーダンスが前記1つのトランジスタのエミッタと接地間に接続され、第2可変抵抗素子が前記2つのインピーダンスのうちの一方のインピーダンスに並列接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(15) アナログ信号手段が1つの電界効果トランジスタを含むソース接地増幅器であって、直列接続された2つのインピーダンスが前記1つの電界効果トランジスタのソースと接地間に接続され、第2可変抵抗素子が前記2つのインピーダンスのうちの一方のインピーダンスに並列接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(16) アナログ信号手段が減衰器であって、直列接続された2つのインピーダンスが前記減衰器を構成する一辺の素子をなし、第2可変抵抗素子

可変抵抗素子がコンデンサと直列接続されたものが、前記1つの電界効果トランジスタのソースと接地間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(21) アナログ信号手段が減衰器であって、第2可変抵抗素子がコンデンサと直列接続されたものが、前記減衰器を構成する一辺の素子をなすものであるアナログ信号制御回路。

以上の説明から明らかなように、本発明によるならば、ペア性の良い第1、第2可変抵抗素子の双方に同じ電圧、電流、光、磁気による制御信号を印加してその抵抗値を変化せしめ、第1可変抵抗素子には定電流手段27において所定値に制御された電流を流し、第1可変抵抗素子の端子電圧を所定の定電圧になるように基準電圧を印加された演算増幅器の他方の入力端子に印加し、この演算増幅器を含む制御信号発生手段が制御信号を出力して制御電圧に対応した抵抗値変化を示す第2可変抵抗素子をアナログ信号回路に用いるようにしたから、ペア性が良好であるならば、素子の特

性が異なるペア間において不均一であっても、温度特性が良くなくても使用上何の障害もない。

(17) アナログ信号手段が2つのトランジスタを含む差動増幅器であって、第2可変抵抗素子がコンデンサと直列接続されたものが、前記2つのトランジスタのエミッタ間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(18) アナログ信号手段が2つの電界効果トランジスタを含む差動増幅器であって、第2可変抵抗素子がコンデンサと直列接続されたものが、前記2つの電界効果トランジスタのソース間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(19) アナログ信号手段が1つのトランジスタを含むエミッタ接地増幅器であって、第2可変抵抗素子がコンデンサと直列接続されたものが、前記1つのトランジスタのエミッタと接地間に接続されたものであるアナログ信号制御回路。

(20) アナログ信号手段が1つの電界効果トランジスタを含むソース接地増幅器であって、第2

#### [発明の効果]

本発明によるならば、小型のペア性の良い可変抵抗素子を用いることができるから、遠隔制御可能な高周波特性の良い伝達特性可変の増幅器や減衰器を量産性良く安価に得ることができ、温度特性の良好な信頼性の高い製品を実現することができるものであり、その効果は極めて大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1A図および第1B図は本発明の一実施例を示す回路図、

第2図および第3図は他の実施例を示す回路図、第4A図、第4B図、第4C図、第5A図、および第5B図は本発明の他の具体的な実施例を示す回路図、

第6A図、第6B図および第6C図は従来例を示す回路図である。

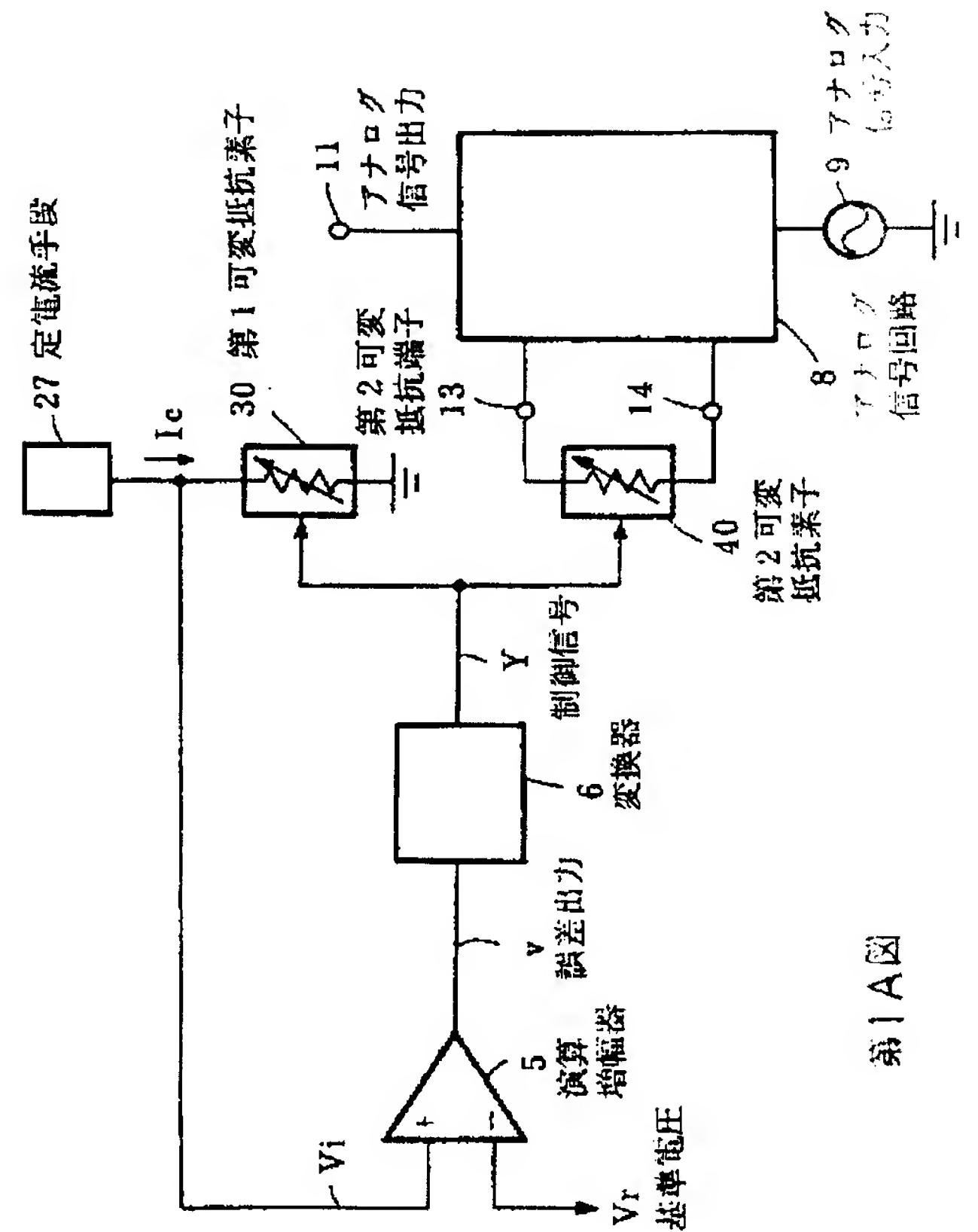
5…演算増幅器

6…変換器

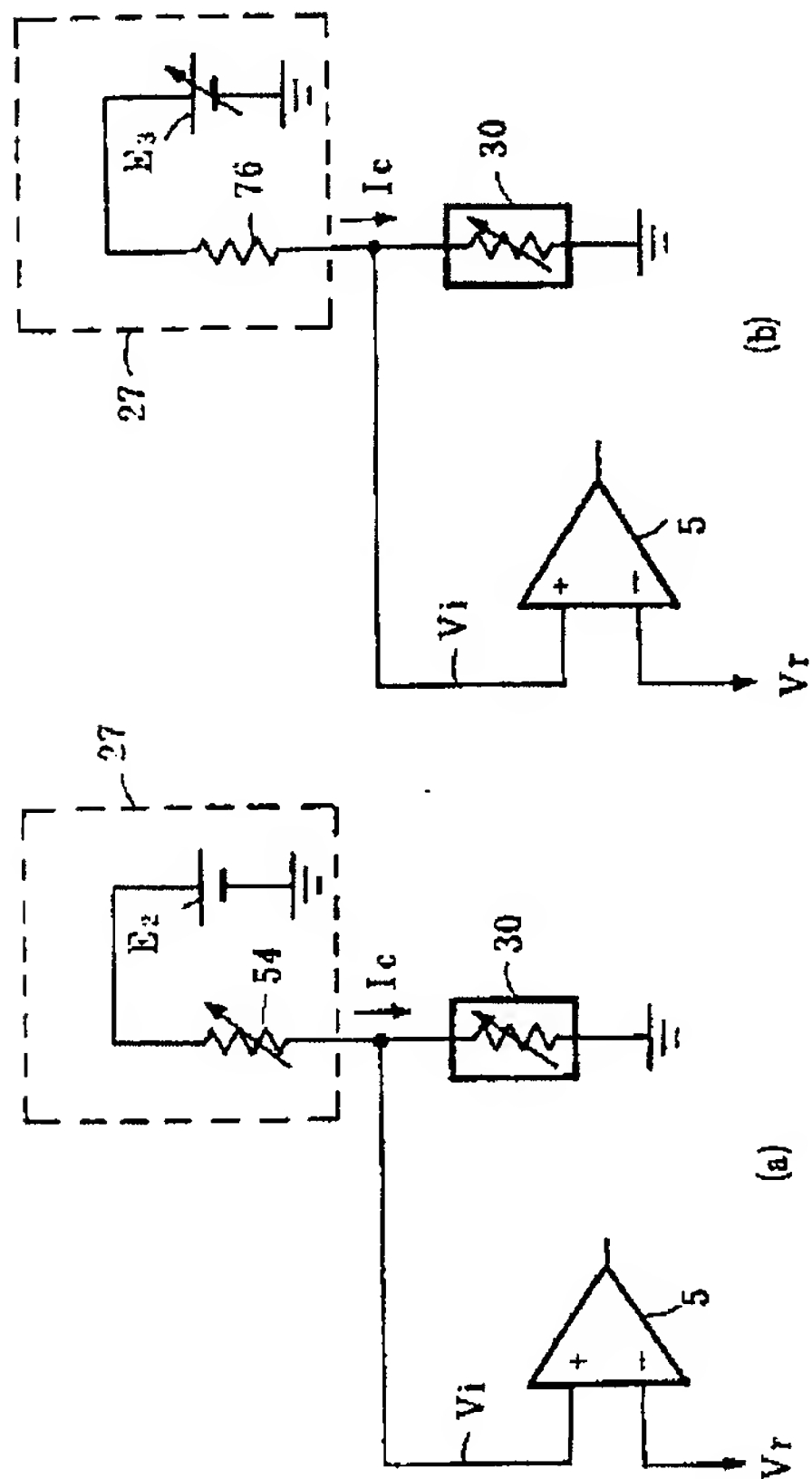


- 8…アナログ信号回路  
 9…アナログ信号入力 11…アナログ信号出力  
 13, 14…第2可変抵抗端子  
 16…発光ダイオード 17…コイル  
 19…電界効果トランジスタ  
 21, 22…定電流源 27…定電流手段  
 30~33…第1可変抵抗素子  
 40~43…第2可変抵抗素子  
 49~53…トランジスタ  
 54~59…可変抵抗 61~76…抵抗  
 81~85…サーミスタ  
 91, 92…インピーダンス  
 96~99…コンデンサ  
 $E_0, E_1, E_2, E_3$ …定電圧源  
 $I_c$ …電流  $V_i$ …端子電圧  
 $V_r$ …基準電圧  $V$ …誤差出力  
 $Y$ …制御信号。

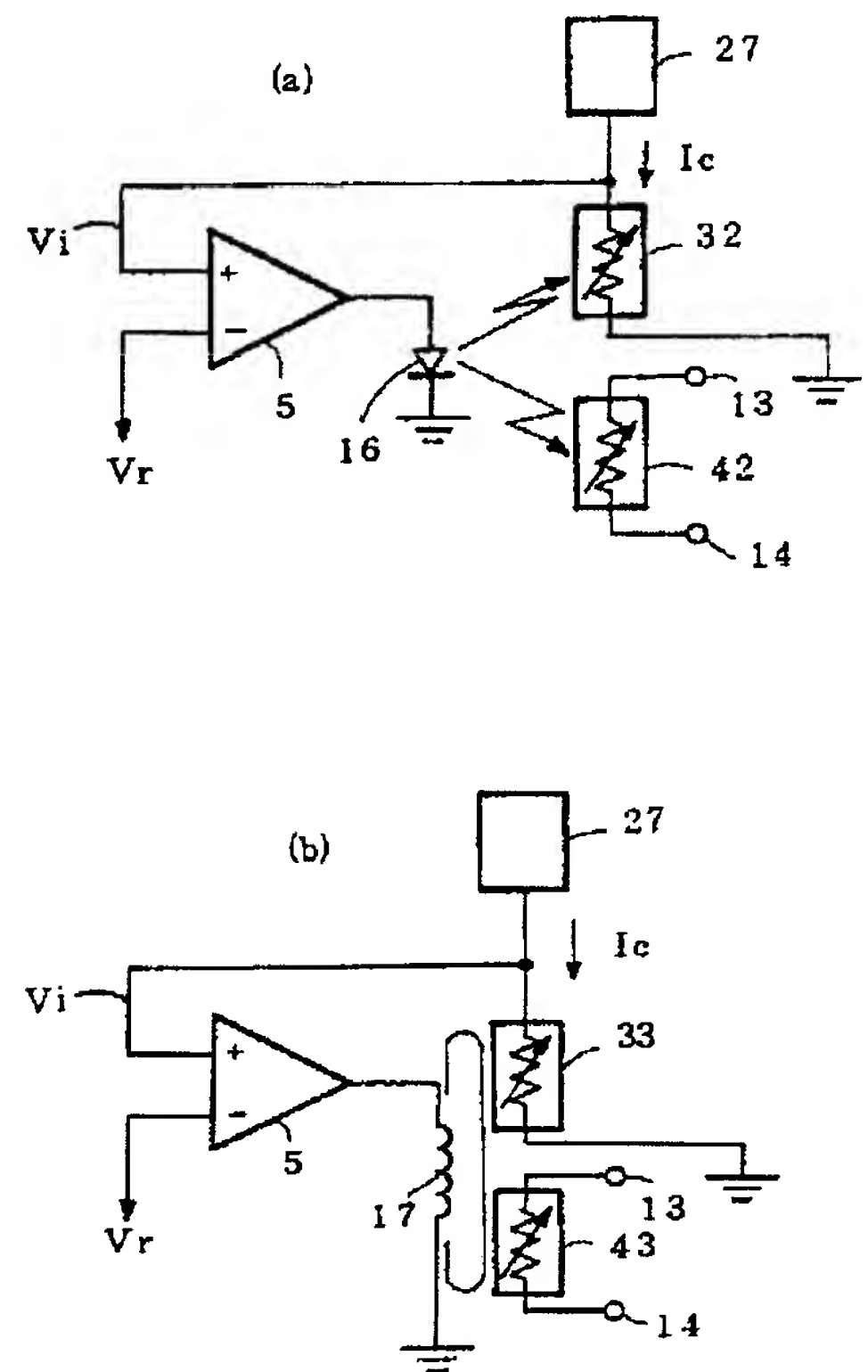
代理人 内田公三



第1A図

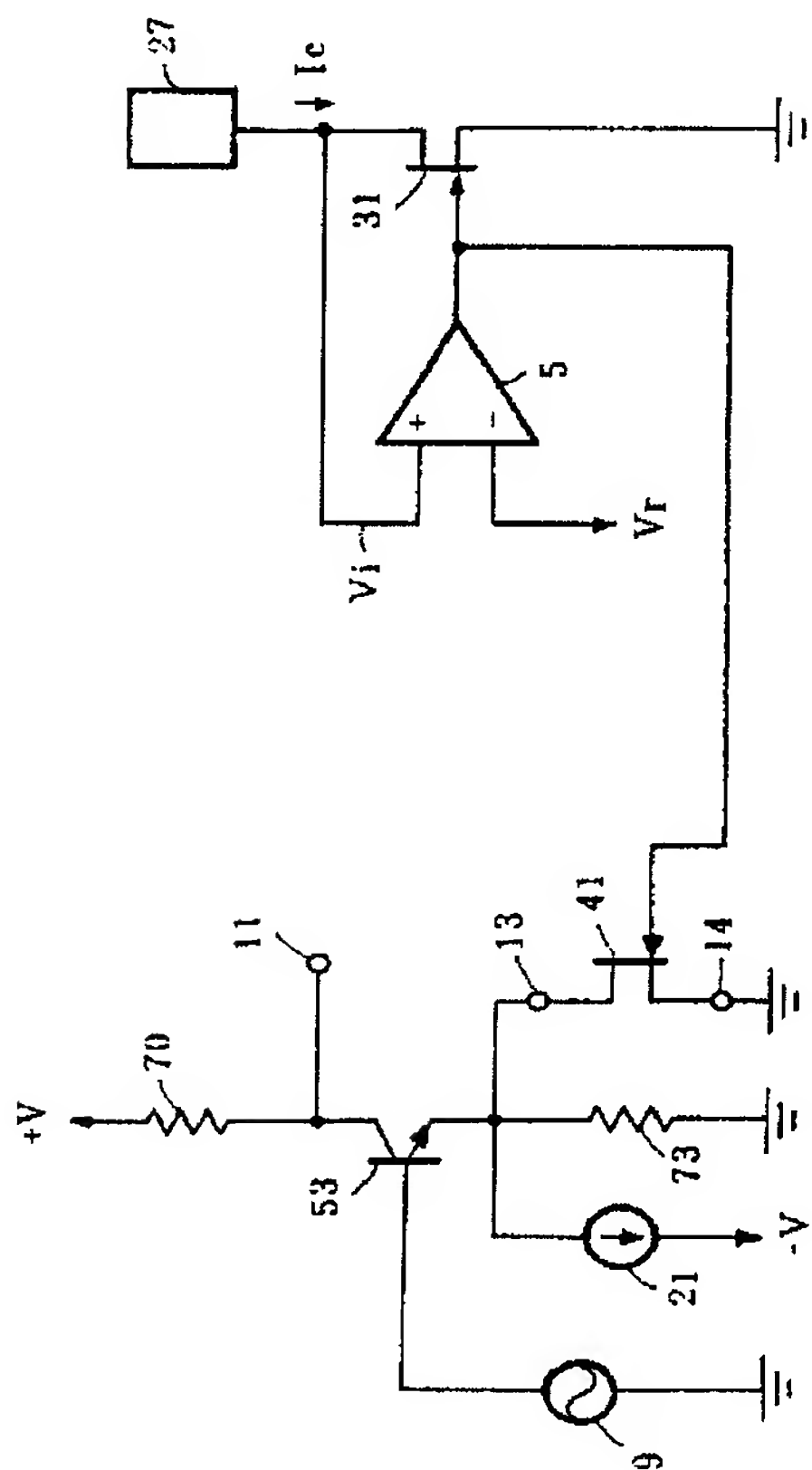
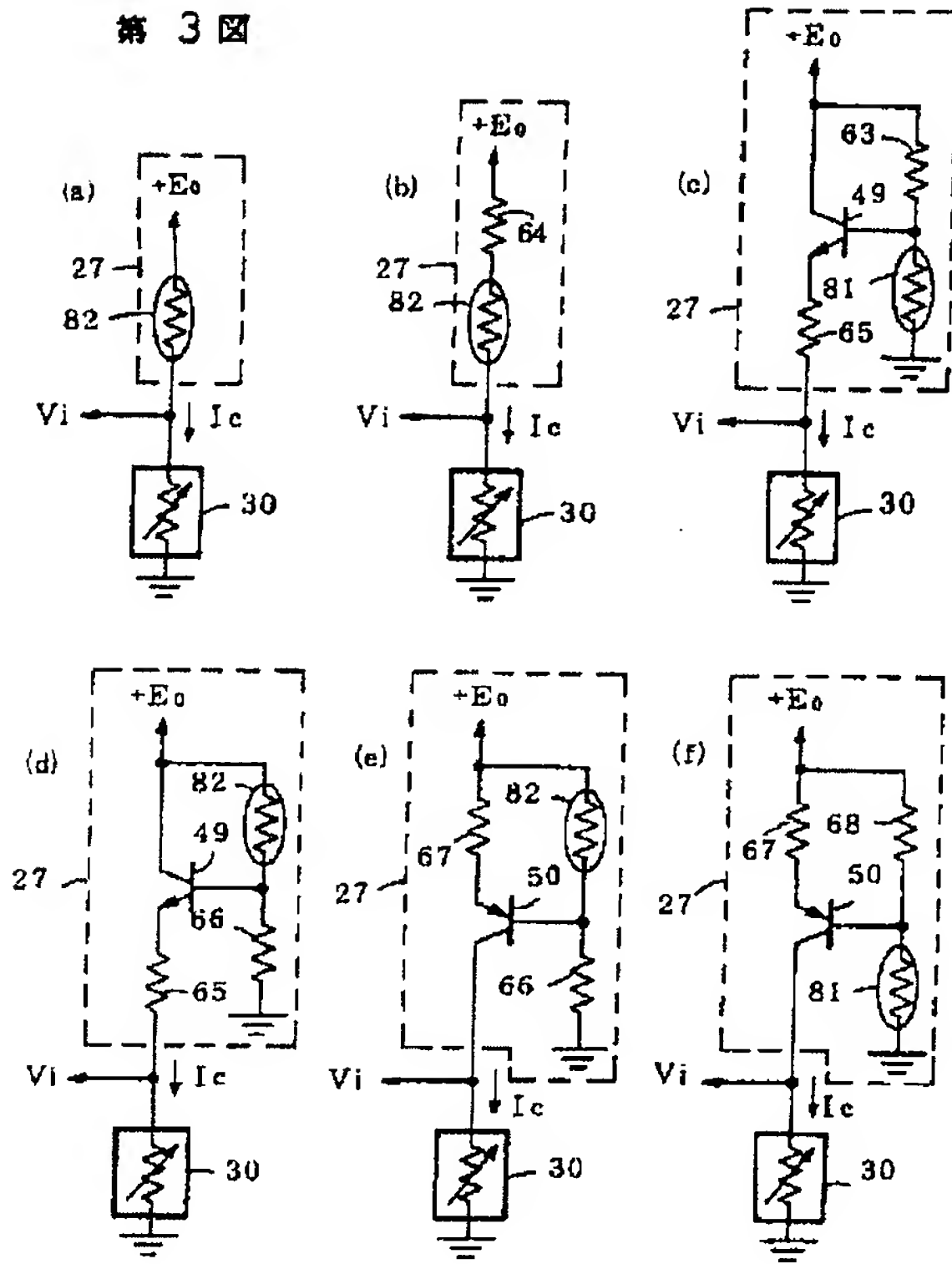


第1B図

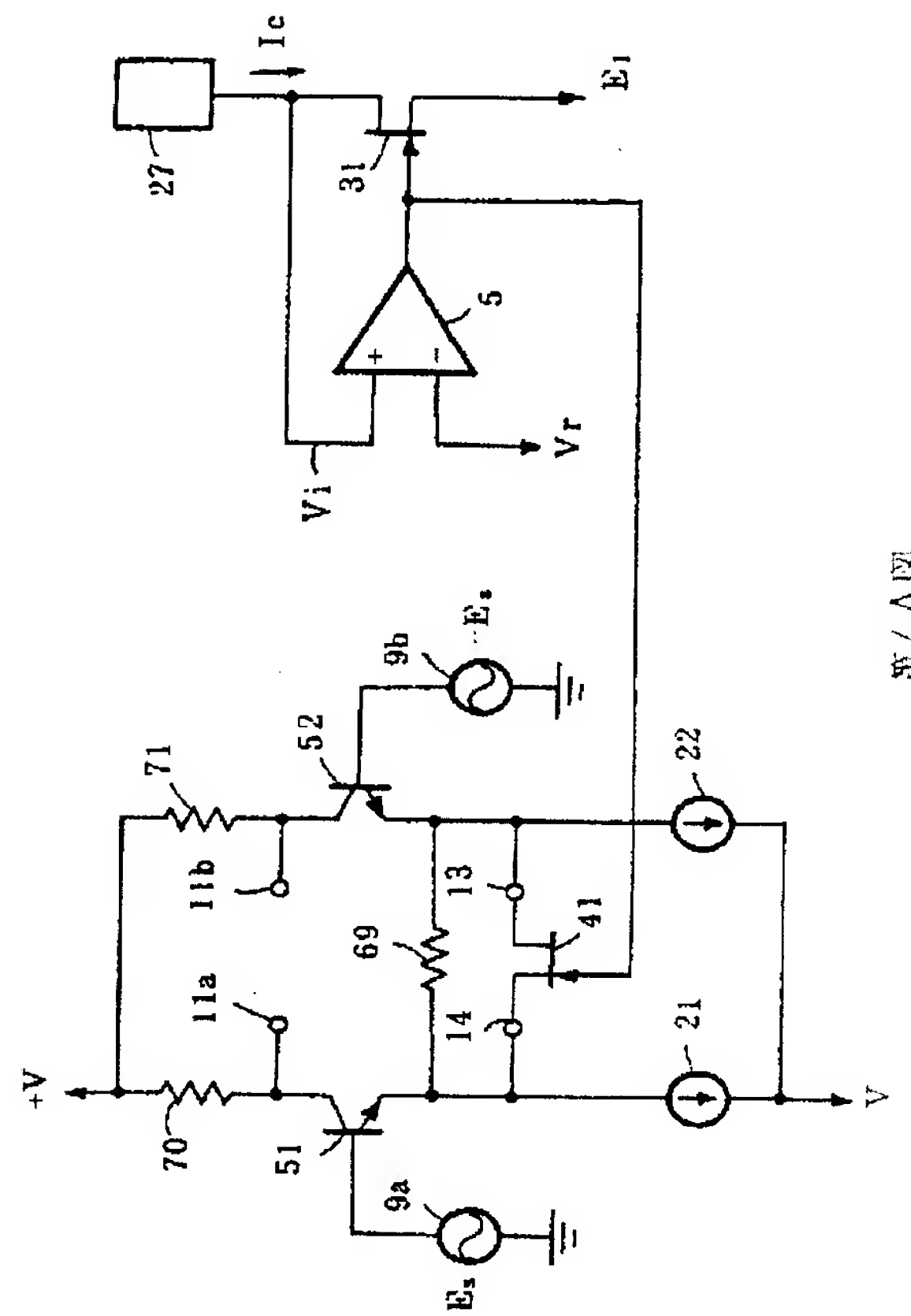


第2図

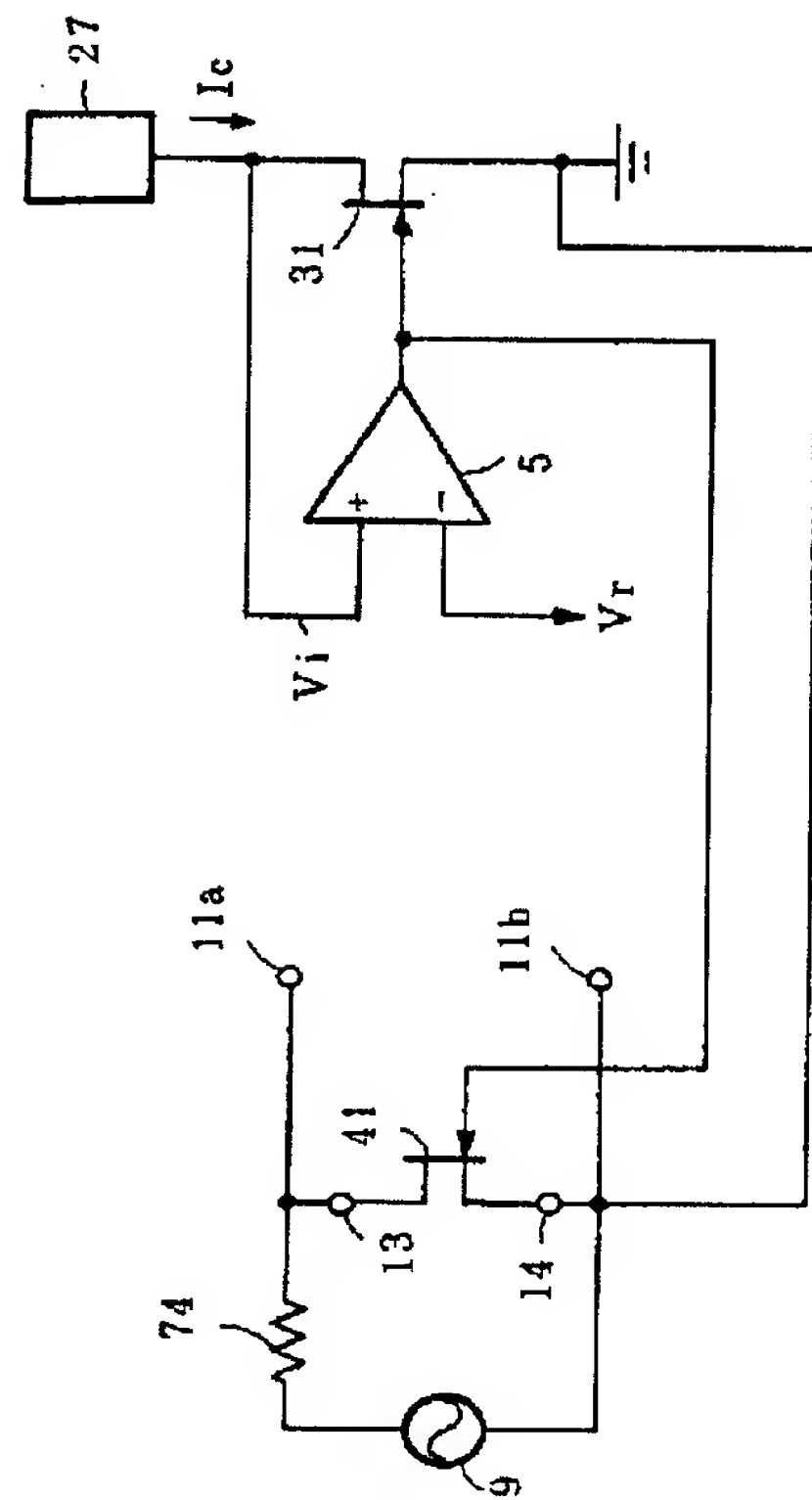
第3図



第4B図



第4A図



第4C図



